PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2000-031900

(43)Date of publication of application: 28.01.2000

(51)Int.CI.

H04B 10/02 H04B 10/18 H04B 3/04 H04B 10/08

(21)Application number: 10-192530

(71)Applicant': FUJITSU LTD

(22)Date of filing:

08.07.1998

(72)Inventor: TSUDA TAKASHI

YAMANE KAZUO KAWASAKI YUMIKO OKANO SATORU

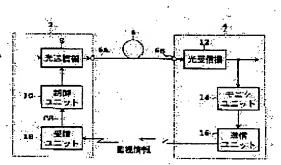
(54) METHOD FOR OPTICAL FIBER COMMUNICATION AND TERMINAL STATION DEVICE AND SYSTEM USED FOR EXECUTION OF THE METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform wavelength

dispersion and nonlinear compensation.

SOLUTION: An equipment 8 for sending out optical signals provided with variable optical power to an optical fiber transmission line 6 is provided and the optical signals transmitted by the transmission line are converted to electric signals by an optical receiver 12. A parameter relating to the waveform degradation of the electric signals is detected by a monitor unit 14 and a control unit 10 controls the optical power of the optical signals so as to improve the waveform degradation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision

of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

公 概(A) 盐 那特 ধ <u>2</u> (18)日本国格斯伊 (JP)

(11)特許出願公開番号

		E E 77(07)	特開2000~31900 (P2000~31900A) Withing 3 Empl (2000)
		1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	(43)公開日 牛麻12年1月28日(2000,1.28)
数 别配号	я 1		デーマコート"(参考)
	H04B	00/6	M 5K002
		3/04	B 5K046
		00/6	X

70/01 10/18 3/04 10/08

H04B

(51) ln.C.

(全 12 員) 審査請求 未請求 請求項の数17 01

(21)出資益時	梅園平10-192530	(71) 出國人	(71)出職人 000005223
			富士通株式会社
(22) HINNE	平成10年7月8日(1998.7.8)		神条川県川崎市中原区上小田中4丁目1番、
		(72)発明者	(72)発明者 神田 南亜
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
			1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	山根 一種
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
			1号 富士通株式会社内
		(74) 代理人	(74)代理人 100075384
			井理士 松本 昂
	-		
			現所買いて

(54) 【発明の名集】 光ファイバ通信のための方法並びに献方法の実施に使用する構局装置及びシステム

【課題】 本発明は光ファイバ通信のための方法並びに (57) (班約)

本発明によるシステムの基本側成を示すプロック図

仮方法の実施に使用する場局装置及びシステムに関し、

改長分散及び非線形性の補償を課題としている。

(パ伝送路6へ送出する装置8が提供され、伝送路6に より伝送された光信母が光受信機12により超気信号に 変換され、塩気信号の波形劣化に関連するパラメータが 【解決手段】 可変の光パワーを有する光信号を光ファ モニタユニット 1 4 により検出され、波形劣化が改善さ **れるように制御ユニット 1 0 が光信号の光パワーを制御**

先受信仰 光路信仰

11.7 数二

【謝求項1】 (a) 可変の光パワーを有する光信号を (特許請求の範囲)

光ファイバ伝送路へ送出する装置を提供するステップ

(b) 上記光ファイバ伝送路により伝送された光信号を (c) 上記電気信号の波形劣化に関連するバラメータを 電気信号に変換するステップと

険出されたバラメータに基つき上記光パワーを制御する (d) 上記電気信号の波形劣化が改善されるように上記

【精求項2】 翻求項1に記載の方法であって、 ステップとを備えた方法。

上記装置は、上記光ファイバ伝送路の途中に設けられる 上記ステップ(d)は上記光増幅器の利得を調節するス 光中挺器に含まれる光増幅器によって提供され、 テップを含む方法。

上記装置は上記光ファイバ伝送路の一端に接続される光 (請求項3) 輪求項1に記載の方法であって、 【韓末頃4】 頼来頃3に記載の方法であって、 送信機によって提供される方法。

上配光送信機は、入力電気信号を上配光信号に変換する **電気/光変換器と、上記光信号を増幅する光増幅器とを** 上記ステップ(d)は上記光増幅器の利得を調節するス 備えており、

上記パラメータは上記斌気信号の符号繰り率である方 「請求項5」 請求項1 に記載の方法であって、 テップを含む方法。

上記パラメータは上記電気信号のアイ期口度である方 **請求項1に記載の方法であって、** 【請求項6】

上記装置は、上記光ファイバ伝送路の一端に接続される 光送信機と、上記光ファイバ伝送路の途中に敷けられる 複数の光中推器の各々に含まれる光増幅器とによって提 [韓求頃7] 静末頃1に記載の方法であって、 供される方法。

上記ステップ(d)は上記光送信機及び上記各光増幅器 の出力パワーが観ね等しくなる条件を満足させるステッ 【離水項8】 開水頃7に配載の方法であって、 ブを含む方法。

該第1及び第2の協局装置間に敷設される光ファイバ伝 上記ステップ(d)は上記光送信機及び上記各光増幅器 の出力パワーを鬩次調節するステップを含む方法。 【請求項9】 請求項7に記載の方法であって、 【請求項10】 第1及び第2の協局装置と

送された光信号を電気信号に変換する光受信機と、上記 上記第2の塩局装置は、上記光ファイバ伝送路により伝 上記第1の増局装置は可変の光パワーを有する光信号を 上記光ファイバ伝送路へ送出する光送信機を含み、

梅群2000-31800

3

電気信号の波形劣化に関連するパラメータを検出するモ ニタユニットと、上記検出されたパラメータに関する監 **収情報を上記第1の場局装置へ伝送するための手段とを**

上記算1の場局装置は、上記部気信号の波形劣化が改算 されるように上記監視情報に基づき上記光パワーを制御 「静水頂」」」 静水項10に記載のシステムであっ する制御ユニットを更に含むシステム。

上記光送信機は、人力電気信号を上記光信号に変換する 超気/光変換器と、上記光信号を増幅する光増幅器とを 何えており 2

上記制御ユニットは上記光増幅器の利得を調節するシス 【開水項12】 耐水項10に配載のシステムであっ 上記算2の臨局装置は上記光受信機が受ける光信号を増 【請求項13】 輸求項10に配載のシステムであっ 幅する光増幅器を更に備えているシステム。

上記光ファイバ伝送路は1.55μmに近い等分散波長 【請求項14】 請求項10に記載のシステムであっ を肖する分散シフトファイバからなるシステム。

2

L記光ファイバ伝送路は1.3μmに近い幕分散波長を [請求項15] 請求項14に記載のシステムであっ 有するシングルモードファイバからなるシステム。

上記光ファイバ伝送路で生じる波長分散を制償する分散 【静水項16】 静水項10に配載のシステムであっ 補償ファイバを更に悩えたシステム。 30

上記算1及び第2の福局装置間に敷散される第2の光フ

上記監視情報は上記第2の光ファイバ伝送路により上記 第2の韓同装置から上記第1の韓周装置へ伝送されるシ ァイバ伝送路を更に備え、

(請求項17) 可変の光パワーを有する光信号を光フ

化に関連して検出されるバラメータに関する監視情報を 40、上記光ファイバ伝送路により伝送された光信号の辺形劣 ァイバ伝送路へ送出する光送信機と 受ける手段と、

上記光信号の波形劣化が改善されるように上記監視情報 に基づき上記光パワーを制御する手段とを備えた協局装

(発明の詳細な説明)

更に詳しくは、波虽分散及び非線形性を補償して長距離 (発明の属する技術分野) 本発明は、一般的に、光ファ イバ通信における改長分散及び非数形性の間債に関し [1000] S 3

云送を可能にする光ファイバ通信のための方法並びに敢 方法の実施に使用する臨局装置及びシステムに関する。

/通信システムが数多く実用化されてきた。光ファイバ 【従来の技術】低損失なシリカ光ファイバが開発された ことにより、光ファイバを伝送路として用いる光ファイ され自体は極めて広い帯域を有している。

【0003】しかしながら、光ファイバによる伝送容量 は実際上はシステムデザインによって制限される。最も **1型な制限は、光ファイバにおいて生じる波長分散によ**

エルピウムドーブファイバ増幅器(EDFA)をは DFAは、シリカ光ファイバが最低損失を与える1.5 [0004]光ファイバはまた例えば約0.2dB/k mの割合で光信号を演載させるが、この減衰による損失 ごめとする光増植器の採用によって補償されてきた。 E 5 μ m帯に利得帯域を有している。 5波形歪みに起因する.

長(又は周波数)の関数として変化する現象である。例 る光信号がより短い波長を有する光信号よりも遠く伝散 し、その枯果としての分散は、道常、正常分散と称され この場合、分散(単位はps/nm/km)は負の は、光ファイバ内における光信号の群速度が光信号の波 3 μ m よりも短い波段に対しては、より長い波段を有す 直となる。1. 3 mmよりも長い改長に対しては、より 短い波長を有する光信号がより長い波長を有する光谱号 よりも遠く伝散し、その結果としての分散は異常分散と 4、ば様国的なシングルキードファイバにおいては、 1. [0005]しばしば単純に分散と称される波展分散

[0006] 近年、EDFAの採用による光信号パワー の増大に起因して、光ファイバの非線形性が注目されて 13. 伝送容置を制限する最も重要な非線形性は光ファ イバで生じる光カー効果である。光カー効果は光ファイ くの由折率が光信号のパワー又は強度に伴って変化する **小される。この場合、分散は正の値をとる。**

PM) として知られている。SPMによってスペクトル 翼(self-phase modulation: S が変化し、波長分散による波形並みが更に大きくなるこ [0007] 屈折率の変化は光ファイバ中を伝搬する光 **討号の位相を変調し、その結果信号スペクトルを変更す** 5周波数チャーピングが生じる。この現象は自己位相変

[8000]

及びカー効果は、伝送距離の増大に伴って光信号に波形 **並みを与える。従って、伝送品質を確保した上で光ファ** イバによる長姫離伝送を司能にするためには、彼長分散 及び非線形性は制御され、補償されあるいは抑圧される [発明が解決しようとする課題] このように、波長分散

[0009] よって、本発明の目的は、波長分散及び非

線形性を補償して長距離伝送を可能にする光ファイバ通 **팀のための方法並びにその方法の実施に使用する協局装** 置及びシステムを提供することにある。

(0100)

後、電気信号の波形劣化に関連するバラメータ(例えば 「課題を解決するための手段」本発明のある側面による 可変の光パワーを有する光信号を光ファイバ伝送路へ送 出する装置が提供される。次いで、光ファイバ伝送路に て、弧気信号の波形劣化が改善されるように、検出され たパラメータに基づき、光ファイバ伝送路へ送出される と、光ファイバ通信のための方法が提供される。まず、 より伝送された光信号が電気信号に変換される。その 符号誤り革あるいはアイ開□度)が検出される。そし 光信母の光パワーが制御される。

じる非線形塊象は、光ファイバへ送出される光信号の光 パワーに依存する。本発明方法では、光ファイバ位送路 [0011] 一般に、光ファイバ伝送路として使用され る光ファイバの非獄形性あるいは光ファイバにおいて生 の状態、例えば光ファイバ伝送路として使用される光フ ァイバの種類に応じて光信号の光パワーを変化させてそ 波長分散及び非線形性を補償して伝送品質を確保した上 の光ファイバの非線形性を制御することができるので、 での長距離伝送が可能になる。

50

の協局は、可変の光パワーを有する光信母を光ファイバ [0012]本発明の他の側面によると、第1及び第2 の諸局装置と第1及び第2の端局装置間に敷設される光 ファイバ伝送路とを備えたシステムが提供される。第1 伝送路へ送出する光送信機を含む。 第2の端局装置は、

メータに関する監視情報を第1の協局装置へ伝送するた めの手段とを備えている。第1の端局装置は、電気信号 の波形結果が改善されるように監視情報に基づき光パワ 光ファイバ伝送路により伝送された光信号を電気信号に 変換する光受信機と、電気信号の波形劣化に関連するバ ラメータを検出するモニタユニットと、検出されたバラ 一を制御する制御ユニットを更に合んでいる。

送信機と、上記光ファイバ伝送路により伝送された光信 号の波形劣化に関連して検出されるパラメータに関する 監視情報を受ける手段と、上記光信号の波形劣化が改善 されるように上記監視情報に基づき上記光パワーを制御 【0013】本発明の更に他の側面によると、可変の光 パワーを有する光信号を光ファイバ伝送路へ送出する光 する手段とを備えた端局装置が提供される。

[発明の実施の形態] 以下、添付図面を参照して本発明

の望ましい実績形態を詳細に説明する。全図を通して実

置2と、第2の塩局装置4と、塩局装置2及び1間に敷 示すブロック図である。このシステムは、第1の端局装 [0015] 図1は本発明によるシステムの基本構成を 質的に同一の部分には同一の符号が付されている。 50 設される光ファイバ伝送路6とを備えている。

送出する光送信機8と、光送信機8から出力される光信 0018]第1の端局装置2は、可変の光パワーを有 - る光信号を光ファイバ伝送路6へその第1端6Aから 身のパワーを供給された制御信号CSK従って制御する 5個ユニット10とを有している。

[0017] 第2の福局装置4は、光ファイバ伝送路6 により伝送された光信号を電気信号に変換する光受信機 12と、光受信機12から山力される電気信号の波形劣 比に関連するパラメータを検出するモニタユニット14 とを有している。

電気信号の符号誤りが減少するように、あるいば、光受 [0018] 検出されたパラメータに関する監視情報を **第1の編局2へ伝送するために、第2の編局4には送信** ユニット16が設けられている。また、第1の端局2に は、第2の端局4から送られてきた監視情報を受けるた めの受信ユニット18が散けられている。受信ユニット 18は、光受信徴12から出力される電気信号の液形劣 化が改善されるように、制御ユニット10に供給される ば、受信ユニット18は、光受信機12から出力される 盲機12から出力される電気信号のアイ開口度が大きく へき制御信号CSを監視情報に基づき生成する。例え なるように、制御信号CSを生成する。

他の光ファイバ伝送路(図1には図示せず)を用いて行 [0019] 送信ユニット16から受信ユニット18へ の監視情報の伝送は、光ファイバ伝送路6を用いて行わ れるかも知れないし、端高装置2及び4間に敷設される われるかも知れないし、電気回殺又は無線回殺により行 われるかも知れない。

[0020] 図2は光ファイバ伝送路6として使用する る。 模軸は分散(p s/n m/k m)、横軸は波長(u ことができる光ファイバの分散特性を示すグランであ m)を表している。

散は正の値をとる。また、格分散波長よりも短い波長の も長い改長の光信号に対しては異常分散領域となり、分 [0021]光ファイバ伝送路6として通常のシングル モードファイバ(SMF)を用いた場合、その勢分散波 長は概ね1、3 μmである。この場合、繋分散波長より 光信号に対しては正常分散傾域となり、分散は負の値を [0022]光ファイバ伝送路6としてSMFを用いる 場合、光信母の波度はSMFにおいて最近損失を与える 1. 55μm帯 (例えば1. 50-1. 60μm) に設 **定されるので、その先信号に対しては常に異常分散鎖域**

[0023] 光ファイバ伝送路 6 として分散シフトファ 1. 55 mmである。等分散改長よりも扱い改長を有す 5光信号に対しては異常分散領域となり、分散は正の値 をとる。また。等分散波長よりも短い波長を有する光信 イバ(DSF)を用いた場合、その等分散波長は概ね

相殺されて、光信号の波形又はバルス幅の圧縮効果が生

3

号に対しては正常分散領域となり、分散は負の値をと

に散定される。従って、光信号の実際の波長とDSFの 55μmに等しいので、光信号の波長は1.55μm帯 **紫分散波長との相対的関係に従って、異常分散領域にな** [0024] DSFの最低損失を与える改長も概ね1. るか正常分散領域になるかが決定される。

器(光/笣気変換器))。12との間に光学的に接続され 明する。図3の(A)を参照すると、光ファイバ伝送路 6としてDSFを用いた場合における図1のシステムの イバ伝送路6の第2端6日と光受信機 (又は0/E変換 [0025]以下, 光ファイバ伝送路6としてDSF改 びSMFの各々を用いた場合における伝送可能距離を説 土野部が示されている。 ここでは、第1の猫局装置2の 光送信機8は、人力枢気信号を光信号に変換するE/O 変換器 (電気/光変換器) 20と、E/O変換器から出 の利得を調節することによって、光ファイバ伝送路に送 [0026]また、受信慰度を高めるために、第2の描 **力された光信号を増幅する利得可変型の光増幅器22と** を含む。制御ユニット10(図1参照)が光増幅器22 局装置4には、ブリアンプとして用いられる光増幅器2 4が付加的に設けられている。光増幅器24は、光ファ 出される光信母の光パワーを変化させることができる。 2,

れぞれ異常分散領域及び正常分散領域におけるDSFの 伝送特性が示されている。 ここでは、異常分散領域では 光信号はレッドシフトチャーピングを与えられ、正常分 牧領域では光信号はブルーシフトチャーピングを与えら [0027]図4の(A)及び(B)を参照すると、そ れ、また、大きな光パワーを育する光信号にSPMによ って与えられるチャーピングは常にフルーシフトチャー

信号を得るよりもレッドシフトチャーピングを有する光 から出力される光信号はレッドシフトチャーピングを有 【0028】尚、ブルーシフトチャーピングを有する光 **信号を得る方が容易であるので、ここでは、光送信機8** ピングであるという事実に着目する。 しているものとする。

収昇WD1.を下回るところの距離によって与えられる伝 に、比較的短いのに対して、正常分散領域では、光送信 脳軸は光受信機12における等化波形のアイ間口度、横 の非線形性は無視することができるので、異常分散領域 では、光送借機8内で与えられるレッドシントチャービ ングと光ファイバ伝送路6内で与えられるレッドシフト チャーピングとが加え合わされ、アイ開口度が波形劣化 バ伝送路 6 で与えられる ブルーシフトチャーピングとが 軸は距離を扱している。光送信機8から出力される光信 母の光パワーが比較的小さい場合、光ファイバ伝送路6 徴8で与えられるレッドシフトチャーピングと光ファイ [0029] 図4の (A) 及び (B) の各々において、 送可能距離は、図4の(A)に符号aで示されるよう \$

存版2000-31800

ତ

じるので、伝送可能距離は、図4の(B)に符号dで表されるように、比較的長い。

【0030】Cれば対して、光送信職8から出力される 光信等の光パワーが比較的大きい場合には、光ファイパ 伝送路6の非銀形性を考慮しなりればならない。光ファ イバ伝送路6における損失を考慮すると、光ファイバ伝 送路8におけるその第1端8Aに近い部分(例えば整十 k皿の部分)では、SPMによるフルーンフトテァービ ングが支配的になるであるう。 (0031]より具体的には、光送情報8から出力される光信句の光パワーが比較的大きい場合に、異常分数的域では、光送信報8片及び光ファイパ伝送路6片の名がにはいて与えられるレッドンファキャーピングと5円Mによるアルーシフトチャーピングと1円を適け、204の人の10円であった。 に送可能増減はは20円・シフトチャーピングと SPMによるアルーシフトチャーピングと SPMによるアルーシフトチャーピングと SPMによるアルーシフトチャーピングと SPMによるアルーシフトチャーピングと SPMによるフルーシフトチャーピングと SPMによるカルーシアー STAL SPMによるアルーシアー STAL SPMによるアルーシアー STAL SPMによるアルーシアー STAL SPMによるアルーシアー STAL SPMには SPMによるアルーシアー SPMによるアルーシアー SPMによりされる SPMによるアルーシアー SPMによるアルーシアー SPMによるアルーシアー SPMによるアルーシアー SPMによるアルーシアー SPMによるアルーシアー SPMによりまする SPMによるアルーシアー SPMによりまする SPMによるアルーシアー SPMによりまする SPMによりを表する SPMによりまする SPMによりを表する SPMによりを表する

(0032)図4の(A)及び(B)のそれぞれを光パワーと暗部との関係に告き換えたものが図3の(B)及び(C)てみる。伝送範囲要因とて受信信号のSN服料を考慮する必要があるので、図3の(B)及び(C)の各っにおいて、SN服得は符号SNLで示されている。また、図3の(B)及び(C)の各っにおいて、符号WDL、は図4の(A)及び(B)の各っにおける政形に関数WDLに対応している。

[0033] 図3の(B) 及び(C)の各々において、SNLよりも左側の領域で、一定の伝送品質を確保した伝送が可能である。例えば、光送信題もの出力される光信等の光パケーの可要範囲を APとした場合、関係分数値域では、図3の(B)に示されるように、伝送可能維護しはWDL、によって決定され、正常分数例域では、図3の(C)に示されるように、伝送可能轉離しとはWDL、及びSNLによった、伝送可能轉離しとはWDL、及びSNLによっ

(0034)即ち、図3の(A)に示されるシステムでは、光熔機器22の利能を超距することによって、光送信数8から出力される光谱等の光パッーを調節することにより、数長分散送び非顕形性の最適な結合条件を行ったかでき、それにより発酵療に送が可能になるものである。

[0035]従来技術では、一般に先送信頼の先出力バックーの範囲を超近的に割り頭り、その範囲内での変動を対面してンジェを数計が行われていたので、伝送可能指揮して3は最適の条件により決定(又は範囲)されてい

ことによって、光ファイバ伝送路6の伏穂に応じて常に 良好な伝送品質が得られるので、長い伝送可能推離を得 みによかけまえ (0037) 図5の(4) に示されるシステムは、図3の(4) にでされるシステムと対比して、ボンァイバ伝送路6としてSMFが用いられている点で特徴付切られる。 ボファイバ伝送路8としてSMFが用いられている場合、前述したように、その等分数改成は目標は1、34回であり、光送信線8から出力される光信号の窓具に1、55 μm帯にあるので、異常分数が域だけが与える

(0038) CCでは、1.55μm帯におけるSMF の分数値が比較的大きいという事実に確め、光ファイバ 伝送路6の設長分数を相似するため、分数価償ファイ バ(DCF) 26数位28が採用されている。DCF2 BはE/O翼換器20上が増結22との間に光学的に 様体され、DCF2 8は光増構設2との間に光学的に 様体され、DCF2 8は光増構設24と0/E緊接器 2との間に光字的に接体されている。DCF28核切器 8のいずれか一方により光ファイバ伝送路6の分散構成 を行ってもよい。

【0039】DCF26及び28の各々としては、損失を小さく抑えるために、SMFの分散の絶対値よりも十分大きな分散の絶対値を有するものを用いることができる。各DCFは正常分散領域にあり、これにより分数補償が行わる。

(0040) 図5の(B) 及び(C) はそれぞれ図4の(A) 及び図3の(B) に対応している。DCF26及び28が用いられている場合、これらによって導入され、光送信機8から出力される光信号の光パワーが大きい場合及び小さい場合の名っておいて、アイ間口度の数大値を与える暗櫓の最適が存在する。従って、光パワーが小さい場合には、伝送可能距離は、アイ間口度が関し上を下回るところの軽値を及び「の他の範囲に放定され、ボパワーが大きい場合には、伝送可能距離は、アイ関口度がWULを下回るところの壁線。(e<8) 及びh(f<h) の間の範囲によって限定される。

(0041) 従って、図5の(A) に示されるシステムにおいて、一定の伝送品質を得るための条件は、図5の(C) に示されるように、WDLに対応する2つの線WDL(#1及び#2) の間で且つSNLよりも左回の鎖域によって与えられる。

5

【0042】例えば、光送信数8から出力される光信号の光パワーの可変範囲をAPとした場合、伝送可能距離は、図5の(C)に符号L4で示される比較的広い範囲にある。

【0043】従来技術では、一般に光送信機の光出力バ ワーの範囲を固定的に割り振り、その範囲内での変動を 考慮してシステム設計が行われていたので、伝送可能距

ていた。
[0044] Cれに対して、本発明方法により光送信機 8から出力される光信号の光パッーを制御又は韓節することによって、 光ファイバ伝送路の火路に応じて常に 具好な伝送品質が得られるので、長い伝送可能距離を得ることができ、あるいは、伝送可能距離の氏い範囲を得ることができ、あるいは、伝送可能距離の広い範囲を得

【0045】図りは本発明に適用することができる光増 幅器の実施形態を示すプロック図である。この光14種語は、光19年間22(ポストアンプ)、光増幅器24(ブリアンプ)、あるいは後述する光中構器に含まれる光増電器として用いることができる。

【0046】この光梅処器は、増値されるべき光信号が 供給される人力ポート30と、14億された光信号を出力 する出力ポート32と、ポート30及び32間の主光路 上に乾けられる1億粒エニット34及び光カブラ36とを 有している。

(0041)増幅ユニット34は、人力ボート30からの光信号が供給される光台幅媒体と、光増幅媒体が供給された光台ではなが大力なインに、光増電域体をボンビングするアンビングコニットを値去ている。光増電域符られてレーザダイオードの両端面の反射率を低くしてわられる半導体チップが用いられている場合には、ボンビングユニットは半線キップに注入可能を供給するにつめる電流域によって提供される。この場合、注入電流にための電流域によって提供される。この場合、注入電流に

塩は入力ポート30に光学的に接続され、第2塩は光カ [0048] ここでは、1、55μπ特の光信時に適合 トは、予め定められた復長を有するポンプ光をEDF3 る。同じくWDMカプラを用いてレーザダイギード40 をEDF38の第2端に光学的に接続する場合には、光 WDMカプラを用いて2つのボンブ光道をそれぞれED するために、光増幅媒体としてエルビウムドープファイ ブラ36に光学的に接続されている。 ポンピングユニッ [0049] 図示しないWDMカブラを用いてレーザダ イオード40をEDF38の第1端に光学的に接続する ことにより、光信与及びポンプ光はEDF38内を周じ 信号及びポンプ光はEDF38内を互いに逆向きに伝数 するので、バックワードボンピングがなされる。2つの F38の第1端及び第2端に光学的に提供することによ 【0050】レーザダイオード40には転動回路42か **ら駆動電流 (DCバイアス電流) が供給されており、駆** ハ(EDF) 38が用いられている。EDF38の第1 8~供給するためのポンプ光顔としてのレーザダイオー 0. 98μm帯あるいは1.48μm帯に設定される。 ド40によって提供される。ポンプ光の彼長は例えば 向きに伝搬するので、フォワードボンビングが行われ って、双方向ボンビングを行うようにしてもよい。

(0051)与えられた村間に基づき増加コニット34 村で増加された低度均の大部がは、光カジラ30を通っ て出力ポート32から出力さる。増加された低度均の 援りは光カプラ30によってモニタ光として分数され、 モニタ光はフォトダイオード等からなるフォトディテク タ(PD) 44に供信される。 (0052)フォトディテクタ44は受けたモニタ光のパワーに対応する型圧レベルを有する値号を出力する。 ボップラ38は一般的には供給される光値等のパワーに 10 依存しない分岐比を有しているので、出力ボート32か 5出力される光値等の光パワーにフォトディテクタ44 の出力値等の電圧レベルに反映される。

(0053)フォトディテッタ44の出り周号は比較数46に供給される。比較数48は、フォトディテッタ44の出り信号の数圧レベルと基礎電圧Vre にもの差がり欠は一定になるように、軽減回路42がレーザダイオード40に供給する掲載結成をフィードバック制御する。

(0054) Cのようなフィードバックループを採用し 20 たことにより、出力ボート32から出力される光信等の 光パッーを、基準専用ソーe にによって決定される一元 のレスルに描述することができる(自動レスル起御:A しこ)。 (0055)特にての契結形態では、耐御ユニット10 (図) 参照) は基準電圧発生回路48によって起供されている。回路48は、供給された制御信号にどに従って 基準電圧Vrefを発生する。従って、桐畑信号にSに 基づきこの光増結盤の41.Cの目掲値を定めることがで 10 (0056)図7は図1に示されるモニタユニット14の実施形態を示すプロック図である。光ファイバ伝送路 はにより伝送された光信号は、ブリアンプとしての光電 幅器24により増縮され、増幅された指信号は光カブラ 50により第1の信号ビーム技が第2の信号ビームに分 校される、第1の信号ビームは第1のの子を投稿)12に供給される。○「左変換器」2は、交付に得号ビームに基づき主信号を指生する。

Aに19でニーAに応う8至18日を円上する。 {0057}期2の信号ビームは、モニタユニット14 に含まれる第2の0~医質機器52に供給される。0~ E変機器52の出力信号はエラー検出回路54に供給され、それにより主信号の符号線の第2に関するエラー情報 (0058)の人と変換器52には可変の過期レベルが与えられており、その過期レベルとエラー検担回路54で移られてエラー情報とに基づき、アイ阿口度単四回路58かアイ阿口度を提出することができる。ほられたアイ阿口資はアイ阿口情報として提供される。

| 100.59 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 | 201.50 |

動権強に応じて決定される利得がEDF38において生

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

3から出力される光信号の光パワーを制御又は調節する 50 間の範囲し5は最悪の条件により決定(又は制限)され

[0038] これに対して、本発明方法により光送信機

ド57に供給される。フォトダイオード57に供給され 従ってフォトダイオード57のアノードの電位が変化す 1の川力和気信号となる。山力和気信号は等化増幅器5 8 で等化増幅され、等化増幅された信号は識別器62に アームは、逆パイアスが与えられているフォトダイギー た信号ピームの変調による強度変化又は光パワー変化に るので、そのアノード部位の変化がフォドダイオード5

[0060]タイミング再生器60は等化増幅器58の 晋号に基づきクロックを再生する。 撤別器62は、タイ ミング再生器 8 0からのクロックと与えられている嶽川 レベルとに括づき、等化増幅された信号の当数タイミン

10

[0061] 尚、王信号系の0/E変換器12は、図8 に示される〇/丘変換器52において識別器62に与え られる最別レベルが一定になるような変更を行うことに グにおけるこイフベル及びローレベルを説別する。 より得ることができる。

ラメータ (符号誤り半あるいばアイ明口度) をモニタユ 2からの主信号を得ながらでも、故形劣化に関連するバ ニット14が検出することができるので、システムの初 関数定後のインサービス状態においても、光パワーの最 [0062]図7の英値形態によると、O/E変換器1 適値への制御を推続的に行うことができる。

20

の場合、0/比変換器12の受信パワーを高くすること ができると共に、光学部品の点数を少なくすることがで ピームを用いているが、光カプラ50及び〇/E変換器 5.2を省略して、0/E変換器1.2に含まれる等化増幅 **身を主信号の復調のために用い、第2の信号をエラー検** 出及びアイ期口度の算出に用いるようにしてもよい。こ [6063]図7の英徳形態では、第1及び第2の信号 器の出力信号を第1及び第2の信号に分岐し、第1の信

示すブロック図である。 CCでは、第2の歯局装置4か **反送路6とは別の光ファイバ伝送路64が用いられてい 第2の協局装置4に向かう下り回線として使用され、光** ファイバ伝送路84は第2の福局装置4から第1の端局 【0064】図8は本発則によるシステムの実施形態を 5第1の始局装置2への監視情報の伝送に、光ファイバ る。即ち、光ファイバ伝送路6は第1の協局装置2から 英置2に向かう上り回線として使用されている。 【0085】 第2の猫馬装置4の送信ユニット16から 出力された、監視情報を含む光信号は、ポンプアンプと しての光増幅器66により増幅されて、増幅された光信 **尋ば光ファイバ伝送路64にその第1端64Aから供給** される。光ファイバ伝送路64の第2端64Bから出力 された光信号は、ブリアンプとしての光増幅器88によ り増幅されて、増幅された光信号は第1の協局装置との 没信ユニット18に供給される。

S で検出されたパラメータに関する監視情報を上り回線の [0066] 送信ユニット16は、モニタユニット14

王信号に挿入する監視情報挿入回路70と、回路70の 出力信号を光信号に変換するE/O変換器72とを含

出する監視情報抽出回路76とを含む。回路76は抽出 [0067]また、受信ユニット18は、光増信器68 で増幅された光信号を電気信号に変換する〇/E変換器 74と、0/E変換器74の出力信号から監視情報を抽 された監視情報に基づき制御信号CSを生成する。

イバ伝送路64により伝送された監視情報に基づき、墳 1の端局装置2の光送債機8から出力される光信号の光 [0068]図9に示されるシステムによると、光ファ パワーを最適値に制御することができる。 具体的には次 の通りである。 【0069】まず初期立ち上げ状態では、光ファイバ伝 送路6及び64の各々にある程度光信号が通る状態を得 るために、光ファイバ伝送路6及び64の種類(SMF /DSF) 並びに伝送距離に応じた光信号の送出パワー を散定する。図5の(A)に示されるようにSMF及び DCFの組み合わせが採用されている場合には、DCF の分散値も設定される。

情報に基づき監視情報が得られるので、得られた監視情 **関が送信ユニット16から受信ユニット18に伝送され** [0070]次に、第1の端局2の光送信機8から出力 される光信号の光パワーを変化させ、第2の協局装置4 タ、例えば符号誤り率が検出される。この場合、エラー のモニタユニット 14 が波形劣化に関連するパラメー

される光信号の光パワーを常に最適値に推持することが [0071] 第1の諸葛2では、光法語数8から出力さ いる光信号の光パワーの変化とエラー情報との対応から 光パワーの最適値を求めることができるので、その最適 これにより、光送信機 8 かち光ファイバ伝送路 6 へ送出 光パワーが得られるように制御信号CSが生成される。 でき、波長分散及び非線形性の補償が可能になる。

置2及び4の機能を逆にすることにより、光ファイバ伝 ともできる。そのような変更は当業者であれば極めて容 [0072]この実権形態では、光ファイバ伝送路6に 送出される光信号のパワーを最適化しているが、端局装 送路64に送出される光信号の光パワーを最適化するこ **場に行うことができるので、その説明は省略する。**

2

く、本発明方法に従ってマニュアルにより光送信機8か [0073]光パワーの最適化は、機器が回線に導入さ 固定化されるため、光パワーの最適値が大きく変化する ことは少ない。従って、図りに示されるシステムのよう システムが一旦稼働状態となれば、伝送条件は実質的に れる初期段階や障害復旧時等に行う必要がある。但し、 に制御ユニット10を用いて自動制御を行うのではな 5出力される光信号の光パワーを慰問してもよい。

【0074】図10は本発明によるシステムの他の実施 形態を示すプロック図である。図10に示されるシステ

ファイバ伝送路6の途中に複数の光中維器78(#1. 図1叉は図9に示されるシステムと対比して、 -- #N) が設けられている点で特徴付けられる。

[0075]光中雄器78(#1, …, #N)の各々は **線型中推器として提供される。線型中推器は、受けた光** 言号をアナログ的に増幅する中継器であり、波形成形等 1, …, #N)の各々は、受けた光信号を増幅するため を行う再生中継器とは区別される。光中継器78(# の光増幅器80を有している。

[0078]特化この実施形態では、光ファイバ伝送路 が設けられている。光中推器82 (#1, …, #N)の 84の途中にも複数の光中概器82(#1, …, #N) 各々は光増幅器84を有する。

[0077]以下、図10に示されるシステムの特に光 ファイバ伝送路6への本発明のいくつかの適用形態を設 明する。第1の適用形態では、各光増幅器80の出力レ 定)される。この場合、各光増幅器80の出力レベルが 高いことに起因する非線形性の影響はほぼ一定であるの で、本発明に従って第1の協局2の光送信機8から出力 される光信号の光パワーを容易に最適値に設定すること ができる。各光増幅器80としては、図6に示される光 増幅器において基準電圧Vrefを一定にしたものを用 ベル(出力光信号の光パワー)が一定の値に設定(固 いることができる。

[0078]第2の適用形態では、光送信機8及び各光 **歯幅器80の出力レベルが概む等しくされる。即ち、制** 御信号CS(図9参照)に従って光送信機8及び光増幅 器800名出力レベルが製剤される。

福路80の出力レベルが第1の端局装置2から第2の端 第2及び第3の適用形態の各々においては、各光増幅器 80の出力レベル(又は利得)が制御信号CSに従って 変化させられる。従って、各光増幅器80として図6に 示される光増値器が用いられている場合には、制御信号 【0079】第3の適用形態では、光送信機8及び光増 局装置4に向かってあるいはその逆に値次調節される。 CSに従って基準常圧Vrefが調節される。

の端局装置2から光中推器78(#1, …, #N)の 8 (#1, …, #N)の各々において制御信号CSが必 要になるので、制御信号CSを含む特定の監視情報を第 (0080) 第2及び第3の適用形態では、光中機器7 各々へ伝送する必要がある。

って、監視光信号の波長は光送信機8から出力される光 [0081]図11は図10に示されるシステムにおい から出力される王信号に関する光信号に合波される。従 て特定の監視情報を伝送するための改変を示すプロック 図である。Cとでは、第1の猫局装置とは、制御信号C Sに基づいて生成される特定の監視情報 (監視信号)を **監視光信号に変換するためのE/○変換器86を有して** WDM(波長分割多重)カプラ88により、光送信機8 いる。E/O変換器86から川力された監視光信号は、

特盟2000-31900

3

れ、抽用された監視光信号は0/E変換器92により監 [0082] 符号78は図10に示される光中推器78 (#1, …, #N)の各々を示している。各光中椪器7 **規信号に変換される。0/E変換器92から出力された** 8では、WDMカブラ9uにより監視光信号が抽出さ 監視信号は監視回路(SV)94に供給される。 【0083】監視回路94は、監視信号に従って光増幅 ている場合には、監視信号に従って基準電圧Vrefが 図6に示される光増幅器が光増幅器80として用いられ 盟80の出力レベル (又は利得)を調節する。例えば、 30

[0084]監視回路94に供給された監視信号あるい は監視回路94亿もいて更新された監視信号は0/巨変 換器96に供給され、0/E変換器96から出力された 監視光信号は、WDMカプラ98により、光増幅器80 により増幅された光信号に合波される。

[0086]次に、第3の適用形態を実施する場合につ [0085] 第2の端局4においては、WDMカブラ1 00により監視光信号が抽出され、抽出された監視光信 〇/E変換器102から出力された監視信号は監視回路 104に供給され、監視回路104の出力信号は、モニ いて、図12を参照して、図10 (図11) に示される システムにおける制御フローを説明する。まず、ステッ 他)、各中株区間の距離、分散補償器の有無及びある場 タユニット14の出力信号と共に上り回線へ送られる。 号はO/E変換器102により監視信号に変換される。 ブ112では、伝送路に関する初期情報が入力される。 初期情報としては、伝送路の種類(DSF/SMF/ 20

[0087]次いで、ステップ114では、入力された 川明情報に基づき、第1の端局2からの光信号がある程 度の伝送品質で第2の端局装置4まで伝送されるように するために、光送信機8及び各光増幅器80の出力レベ

合の補償量、伝送路パラメータ(損失係数、分散係数、

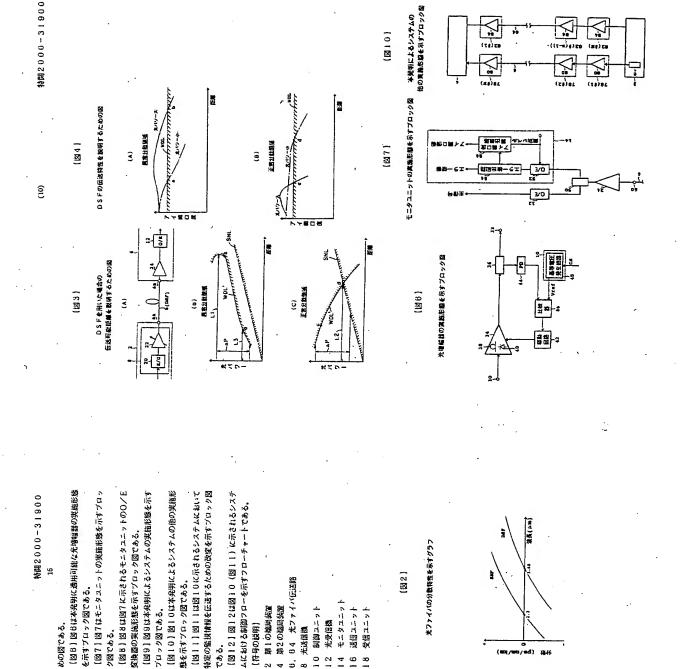
非線形係数)等がある。

【0088】次いで、ステップ116では、最適検出及 グ設定が開始される。ステップ116の実行順序は、例 えば、下り面線(光ファイバ伝送路6)及び上り回線 ルが初期数定される。

【0089】ステップ118では、上り回線の各区間に 2いての最適検出及び設定が行われる。 即ち、光送信機 8、光中椎器78(#1)、光中椎器78(#2)、 (光ファイバ伝送路64)の顔である。 …、の頃で各出力レベルが設定される。 \$

[0090]次いで、ステップ120では、全回榻の散 **定が終了したか否かが判断される。全回娘の設定が終了** していない場合には、ステップ116に戻り、今度は上 り回線についての最適検出及び設定が開始される。

ステップ122に進み、散定情報が例えば第1の端局装 [0091] そして、全回機の散定が終了した時点で、 ន



モニタユニット

受信ユニット

ドファイバ)を用いた場合の伝送可能距離を説明するた*

説明するための図である。

本発明によるシステムの基本情点を示すプロック図 [図]

n/ed)

はは、アンドント

10 制御ユニット

8 光送信機

(図3) 図3の (A) - (C) はDSF (分散シットフ

ァイバ)を用いた場合の伝送可能距離を説明するための [図4] 図4の (A) 及び (B) はDSFの伝送特性を [図5] 図5の (A) - (C) はSMF (シングルモー

20

光受信機

2 第1の福局装置 第2の協局装置

(作号の説明)

【図1】図1は本発明によるシステムの基本構成を示す [図2] 図2は光ファイバの分散特性を示すグラフであ

ブロック図である。

【図画の簡単な説明】

説明を省略する。

である.

による効果については以上説明した通りであるのでその

能になるという効果が生じる。本発明の特定の実施形態

を示すブロック図である。

ク図である。

* めの図である。

盥2に敷けられているCPUに付随するメモリ装置に記

ては、第1の協局装置とから第2の協局装置4に向かう 価格で設定が行われていくが、設定の個序を逆にしても よい。また、声じようにして、上り回線についての設定

を行うことができる。

[0003]

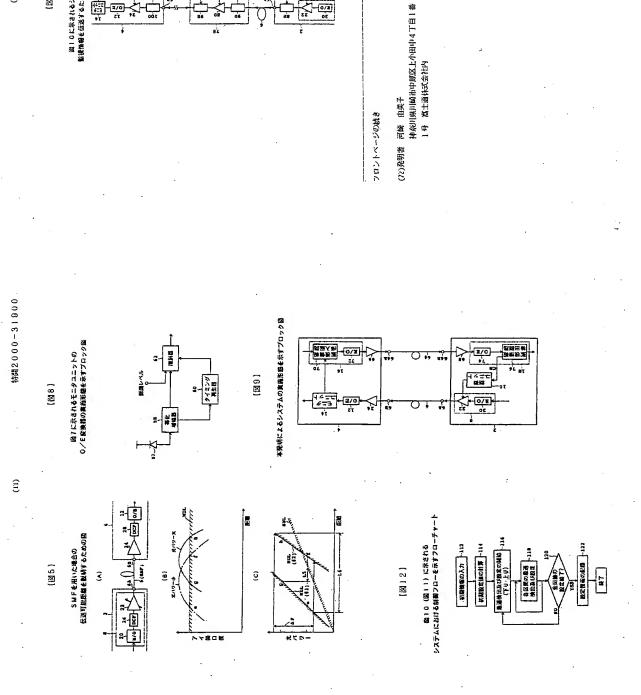
[0082] 図12の制御フローでは、下り回線につい

ブロック図である。

ることができる光ファイバ通信のための方法並びにその 方法の実施に使用する塩高装置及びシステムの提供が可

改英分散及び非線形性を補償して長距離伝送を可能にす

(発明の効果)以上説明したように、本発明によると、



・北海道札幌市中央区北一条西2丁目1番地 富士通北海道ディジタル・テクノロジ株

(72)発明者 岡野 佰

ドターム(体考) SK002 AA01 AA03 BA13 CA01 CA13 EA05 FA01 FA02 CA03 SK046 AA08 FU15

特開2000-31900

(15)

図10に示されるシステムにおいて特定の 監視情報を伝送するための改変を示すプロック図

(三図)

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/